

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2005 EPO. All rts. reserv.

12907204

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 8051077 A2 960220 <No. of Patents: 001>

**MANUFACTURING METHOD AND DEVICE OF POLYCRYSTALLINE  
SEMICONDUCTOR,**

**MANUFACTURE OF IMAGE DISPLAY DEVICE (English)**

Patent Assignee: SANYO ELECTRIC CO

Author (Inventor): TERADA NORIHIRO; HARADA YASUKI

IPC: \*H01L-021/20; H01L-021/268

CA Abstract No: \*124(20)274723A; 124(20)274723A

Derwent WPI Acc No: \*C 96-169076; C 96-169076

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
<b>JP 8051077</b>	<b>A2</b>	<b>960220</b>	<b>JP 9566010</b>	<b>A</b>	<b>950324 (BASIC)</b>

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 9566010 A 950324

JP 94141064 A 940530

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2005 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05095577     \*\*Image available\*\*

MANUFACTURING METHOD AND DEVICE OF  
POLYCRYSTALLINE SEMICONDUCTOR,  
MANUFACTURE OF IMAGE DISPLAY DEVICE

PUB. NO.:     **08-051077** [JP 8051077 A]

PUBLISHED:     February 20, 1996 (19960220)

INVENTOR(s):   TERADA NORIHIRO  
                 HARADA YASUKI

APPLICANT(s): SANYO ELECTRIC CO LTD [000188] (A Japanese Company or  
Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.:     07-066010 [JP 9566010]

FILED:           March 24, 1995 (19950324)

INTL CLASS:     [6] H01L-021/20; H01L-021/268

JAPIO CLASS:   42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R004 (PLASMA); R011 (LIQUID  
CRYSTALS); R096

(ELECTRONIC MATERIALS -- Glass Conductors)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To provide a method of easily manufacturing a polycrystalline semiconductor which is uniform in crystallinity, excellent in properties such as carrier mobility and the like, and high in evenness in a short time, wherein the polycrystalline semiconductor is formed by irradiating a semiconductor thin film with a laser beam, and the semiconductor thin film can be easily dehydrogenated.

CONSTITUTION: A semiconductor thin film 2 is crystallized into a polycrystalline semiconductor as irradiated with a laser beam, wherein a region of the semiconductor thin film 2 located in an irradiation area of a laser beam is preheated with a preheating means 20 for dehydrogenation before a laser irradiation means 10 irradiates the semiconductor thin film 2 with a laser beam, and a region of the semiconductor thin film irradiated with a laser beam is post-heated with a post-heating means, if necessary.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-51077

(43) 公開日 平成8年(1996)2月20日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

H01L 21/20

21/268

識別記号

Z

F I

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全11頁)

(21) 出願番号 特願平7-66010

(22) 出願日 平成7年(1995)3月24日

(31) 優先権主張番号 特願平6-141064

(32) 優先日 平6(1994)5月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 寺田 典裕

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(72) 発明者 原田 康樹

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

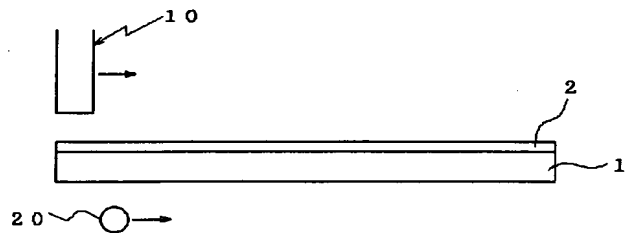
(74) 代理人 弁理士 鳥居 洋

(54) 【発明の名称】 多結晶半導体の製造方法及び画像表示デバイスの製造方法及び多結晶半導体の製造装置

(57) 【要約】

【目的】 半導体薄膜にレーザ光を照射して多結晶半導体を製造するにあたり、半導体薄膜に対する脱水素化処理が簡単に行えると共に、結晶状態が均一で、キャリアの移動度等の特性にも優れた膜荒れのない多結晶半導体が短時間で簡単に製造できるようにする。

【構成】 半導体薄膜2にレーザ光を照射し、半導体薄膜を結晶化させて多結晶半導体を製造するにあたり、レーザ照射手段10からのレーザ光の照射に先立って、レーザ光の照射領域における半導体薄膜を前加熱手段20により加熱して脱水素化処理し、また必要に応じて、上記のようにレーザ光が照射された領域における半導体薄膜を後加熱手段30によって後加熱させるようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光を半導体薄膜に照射させて、半導体薄膜を結晶化させる多結晶半導体の製造方法において、上記レーザ光の照射に先立って、レーザ光の照射領域における半導体薄膜を加熱する前加熱手段を設けたことを特徴とする多結晶半導体の製造方法。

【請求項 2】 レーザ光の照射領域を所望の形状になるように加工し、所望形状になったレーザ光を半導体薄膜に照射させて、半導体薄膜を結晶化させる多結晶半導体の製造方法において、上記レーザ光の照射に先立って、レーザ光の照射領域における半導体薄膜を加熱する前加熱手段を設けたことを特徴とする多結晶半導体の製造方法。

【請求項 3】 レーザ光の照射領域を所望の形状になるように加工し、所望形状になったレーザ光を半導体薄膜に照射させて、半導体薄膜を結晶化させる多結晶半導体の製造方法において、上記レーザ光の照射に先立って、レーザ光の照射領域に対応した形状で半導体薄膜を加熱する前加熱手段を設けたことを特徴とする多結晶半導体の製造方法。

【請求項 4】 レーザ光の照射領域を所望の形状になるように加工し、所望形状になったレーザ光を半導体薄膜に照射しながら走査させて、半導体薄膜を結晶化させる多結晶半導体の製造方法において、上記レーザ光の照射に先立って、レーザ光の照射領域に対応した形状で半導体薄膜を加熱する前加熱手段を設けたことを特徴とする多結晶半導体の製造方法。

【請求項 5】 レーザ光の照射領域を所望の形状になるように加工し、所望形状になったレーザ光を半導体薄膜に照射しながら走査させて、半導体薄膜を結晶化させる多結晶半導体の製造方法において、上記レーザ光の照射に先立って、レーザ光の照射領域に対応した形状で半導体薄膜を加熱する前加熱手段を設け、この前加熱手段を上記レーザ光の走査方向と同方向に走査させることを特徴とする多結晶半導体の製造方法。

【請求項 6】 請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載した多結晶半導体の製造方法において、レーザ光の照射領域の形状が線状であることを特徴とする多結晶半導体の製造方法。

【請求項 7】 請求項 6 に記載した多結晶半導体の製造方法において、レーザ光をビームエクステンダーによって線状になるように加工したことを特徴とする多結晶半導体の製造方法。

【請求項 8】 請求項 6 又は請求項 7 に記載した多結晶半導体の製造方法において、レーザ光の照射領域に対応させて、半導体薄膜を線状に加熱する前加熱手段を用いたことを特徴とする多結晶半導体の製造方法。

【請求項 9】 請求項 8 に記載した多結晶半導体の製造方法において、上記の前加熱手段としてランプヒータを用いたことを特徴とする多結晶半導体の製造方法。

【請求項 10】 請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載した多結晶半導体の製造方法において、レーザ光が照射された領域の半導体薄膜を後加熱する後加熱手段を設けたことを特徴とする多結晶半導体の製造方法。

【請求項 11】 請求項 10 に記載した多結晶半導体の製造方法において、前記の後加熱手段をレーザー光照射位置の真下若しくは直後に位置させることを特徴とする多結晶半導体の製造方法。

【請求項 12】 請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載した多結晶半導体の製造方法において、画像表示デバイス用に形成した半導体薄膜のうち少なくともドライバー部となる領域を多結晶化することを特徴とする画像表示デバイスの製造方法。

【請求項 13】 レーザ光の照射領域が所望の形状になるように加工して半導体薄膜に所望の形状になったレーザ光を照射させるレーザ照射手段と、上記レーザ光の照射に先立ってレーザ光の照射領域に対応した形状で半導体薄膜を加熱する前加熱手段とを有することを特徴とする多結晶半導体の製造装置。

【請求項 14】 レーザ光の照射領域が所望の形状になるように加工して半導体薄膜に所望の形状になったレーザ光を照射させるレーザ照射手段と、上記レーザ光の照射に先立ってレーザ光の照射領域に対応した形状で半導体薄膜を加熱する前加熱手段と、レーザ光が照射された領域における半導体薄膜を後加熱する後加熱手段とを有することを特徴とする多結晶半導体の製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、非晶質等の様々な半導体薄膜を結晶化させて特性のよい多結晶半導体を得る多結晶半導体の製造方法及び画像表示デバイスの製造方法及びこの方法を実施するのに使用する製造装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ或いは EL 等の画像表示デバイスや、密着型イメージセンサの駆動素子用の半導体材料としては、単結晶半導体の他に、ガラス等の基板上に半導体薄膜を形成したものが用いられており、このように基板上に半導体薄膜を形成するものは安価に製造でき且つ大面積化が可能であるという特徴を有している。

【0003】 そして、従来においては、このような半導体薄膜として、一般に非晶質シリコン等の非晶質半導体で構成されたものが主として使用されていた。しかし、半導体薄膜を非晶質半導体で構成したもののにおいては、一般に半導体中におけるキャリアの移動度が遅いため、このような半導体薄膜の応用分野が制限されていた。

【0004】 そこで、近年においては、上記のような非晶質半導体に代えて多結晶シリコン等の多結晶半導体を用いた半導体薄膜について研究が活発に行われるように

なった。すなわち、多結晶半導体で構成された半導体薄膜は、非晶質半導体で構成されたものに比べて、キャリアの移動度が非常に早くなる。

【0005】このため、多結晶半導体で構成された半導体薄膜を用いた場合、例えば、従来においては、シリコンウエハー上に作成された集積回路をワイヤーボンディング等で周辺駆動回路に接続させていたのを、集積回路と同一基板上に薄膜駆動回路として一体化させることができ、ワイヤーボンディング等の製造プロセスを省略させてそのコストを削減させたり、このような駆動回路をコンパクト化できる等の利点があった。

【0006】そして、基板上に上記のような多結晶半導体で構成された半導体薄膜を形成する方法としては、従来より、CVD法等によって直接基板上に多結晶半導体膜を成膜する方法や、基板上に非晶質等の半導体薄膜を形成した後、この半導体薄膜を600℃程度の温度で数十時間電気炉中でアニールさせて結晶を固相成長させる方法や、基板上に形成された非晶質等の半導体薄膜に対してレーザ光を照射し、これによりこの半導体薄膜を局部的に熔融させて結晶化させるレーザアニール法等の方法が使用されていた。

【0007】ここで、CVD法等によって直接多結晶半導体膜を形成する場合や、非晶質等の半導体薄膜を電気炉中でアニールさせて多結晶半導体を製造する場合には、いずれも一般に600℃程度の温度で行うため、基板にガラス板のような安価な基板を使用すると、基板が熱収縮したりするため、基板に石英等の耐熱性に優れた高価な基板を使用しなければならず、製造コストが高く付くという問題があり、また上記のようにして多結晶半導体を製造した場合、一般に特性のよい多結晶半導体を得ることが困難であると共に、その製造に多くの時間がかかって、生産性が悪い等の問題があった。

【0008】一方、非晶質等の半導体薄膜に対してレーザ光を照射して多結晶半導体を製造するレーザアニール法の場合、非晶質等の半導体の表面を極めて短時間で熔融させて結晶化させることができ、基板への熱影響も少なくなると共に、得られた多結晶半導体の結晶性も優れ、更に大きな面積を持つ多結晶半導体の形成も容易に行えるという利点があるため、近年においては、このようなレーザアニール法による多結晶半導体の製造が多く研究されるようになった。

【0009】ここで、レーザアニール法によって多結晶半導体を製造するにあたっては、一般に、図1に示すように、ガラス板等の絶縁性基板1上にプラズマCVD法、熱CVD法、スパッタ法等によって非晶質の半導体薄膜2を形成した後、この非晶質の半導体薄膜2にレーザ装置3からエキシマレーザ等の短波長のパルスレーザ光を照射し、非晶質の半導体薄膜2を熔融させて結晶化させ、多結晶半導体を製造するようにしていた。

【0010】しかし、上記のようにして絶縁性基板1上

に非晶質の半導体薄膜2を形成した場合、形成された非晶質の半導体薄膜2中に水素が含まれていることが多く、特に、プラズマCVD法により低温で形成した非晶質の半導体薄膜2中には多くの水素が含まれており、このように水素が含まれた非晶質の半導体薄膜2にレーザ光を照射させて多結晶半導体を製造した場合、形成された多結晶半導体の膜に膜荒れが発生し、得られた多結晶半導体の特性が低下するという問題があった。

【0011】そこで、従来においては、形成された多結晶半導体における膜荒れを防止するため、絶縁性基板1上に非晶質の半導体薄膜2を形成した後、これを電気炉中において450～550℃の温度で約1時間加熱して脱水素化処理を行うようにしていた。しかし、このようにレーザ光の照射による半導体薄膜2の結晶化とは別に脱水素化処理を行うと、この脱水素化処理に時間がかかり、多結晶半導体の生産性が悪くなるという問題があった。

【0012】また、上記のように絶縁性基板1上に形成された非晶質の半導体薄膜2にレーザ光を照射させて結晶化させるにあたり、従来においては、図2に示すように、均一光学系等を介して数mm角の矩形状に加工した短波長のパルスレーザ光を非晶質の半導体薄膜2に対してある程度重複させながらX方向及びY方向にラスタースキャンさせて照射し、これにより非晶質の半導体薄膜2を結晶化させて、絶縁性基板1上に多結晶半導体を製造するようにしていた。

【0013】しかし、このように矩形状のレーザ光を重複させながらX方向やY方向に順次移動させて照射し、非晶質の半導体薄膜2の広い範囲を結晶化させるためには、数多くのレーザ光の照射が必要となり、その走査に時間がかかって生産性が悪くなり、またレーザ光が重複して照射される部分も多くなり、レーザ光が重複して照射された部分と他の部分とでは結晶状態が異なり、結晶性に不均一が生じて多結晶半導体における特性が悪くなる等の問題があった。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、非晶質等の半導体薄膜に対してレーザ光を照射して多結晶半導体を製造する場合における上記のような様々な問題を解決することを課題とするものである。

【0015】すなわち、この発明においては、非晶質等の半導体薄膜に対してレーザ光を照射して多結晶半導体を製造するにあたり、非晶質半導体等に対する脱水素化処理が簡単に行えて膜荒れのない多結晶半導体が容易に得られるようにすると共に、結晶状態が均一で、さらにキャリアの移動度等の特性に優れた多結晶半導体を短時間で簡単に製造できるようにし、更に、画像表示デバイスの特性向上を図ることを課題とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】この発明における多結晶

半導体の製造方法においては、上記のような課題を解決するため、レーザ光を半導体薄膜に照射し、半導体薄膜を結晶化させて多結晶半導体を製造するにあたり、上記レーザ光の照射に先立って、レーザ光の照射領域における半導体薄膜を加熱する前加熱手段を設けるようにしたのである。

【0017】ここで、上記のように結晶化させる半導体薄膜としては、例えば、非晶質、微結晶、特性の悪い多結晶等の半導体薄膜を用いることができ、またこの半導体薄膜に照射させるレーザ光としては、従来よりレーザアニールに一般に使用されている公知のレーザ光等を使用することができ、例えば、F<sub>2</sub>、ArF、KrF、XeCl、XeF等のエキシマレーザ、銅蒸気レーザ、Arレーザ、YAGレーザの第二高調波や第三高調波等を使用することができる。

【0018】そして、上記のようなレーザ光を半導体薄膜に照射させるにあたっては、レーザ光をビームエクspanderによって線状に加工する等、レーザ光の照射領域を所望の形状になるように加工して半導体薄膜に照射させるようにし、また、このように所望形状になったレーザ光を半導体薄膜に照射しながら走査させて、半導体薄膜を結晶化させるようにする。

【0019】また、このようにレーザ光を半導体薄膜に照射させるのに先立って、レーザ光の照射領域における半導体薄膜を前加熱手段によって加熱させるにあたっては、前加熱手段として、半導体薄膜を線状に加熱するランプヒータを使用する等、レーザ光の照射領域に対応した形状で半導体薄膜を加熱するものを使用し、またこの前加熱手段を上記レーザ光の照射に先立って、レーザ光の走査方向と同方向に走査させるようにする。

【0020】また、この発明における多結晶半導体の製造方法においては、上記のようにレーザ光の照射に先立って、レーザ光の照射領域における半導体薄膜を前加熱手段により加熱し、このように前加熱された半導体薄膜にレーザ光を照射させた後、さらに必要に応じてレーザ光が照射された領域における半導体薄膜を後加熱手段によって後加熱させるようにした。

【0021】ここで、上記の後加熱手段としては、前記の前加熱手段と同様に、線状に加熱するランプヒータを使用する等、レーザ光の照射領域に対応した形状で半導体薄膜を加熱するものを使用することができ、またこの後加熱手段を、前加熱手段の場合と同様に、レーザ光の走査方向と同方向に走査させて、上記のようにレーザ光が照射された領域における半導体薄膜を後加熱させることができる。そして、画像表示デバイス用に形成した半導体薄膜を上記の方法によって多結晶化させるようにした。

【0022】なお、上記のように半導体薄膜に対して前加熱手段やレーザ光や後加熱手段を走査させる場合、前加熱手段やレーザ光や後加熱手段を移動させて走査させ

る以外に、半導体薄膜の方を移動させて、前加熱手段やレーザ光や後加熱手段を走査させることも可能である。

【0023】また、この発明における画像表示デバイスの製造装置においては、上記のような製造方法を実施するため、レーザ光の照射領域が所望の形状になるように加工して半導体薄膜に所望の形状になったレーザ光を照射させるレーザ照射手段と、上記レーザ光の照射に先立ってレーザ光の照射領域に対応した形状で半導体薄膜を加熱する前加熱手段とを設けるようにし、また必要に応じて、レーザ光が照射された領域の半導体薄膜を後加熱する後加熱手段を設けるようにしたのである。なお、後加熱手段は、レーザ光照射位置の真下若しくは直後に位置させるのが望ましい。

【0024】

【作用】この発明においては、半導体薄膜にレーザ光を照射し、半導体薄膜を結晶化させて多結晶半導体を製造するにあたり、上記のように前加熱手段を設け、この前加熱手段により、レーザ光の照射に先立って、レーザ光の照射領域における半導体薄膜を加熱させるようにしたため、この前加熱手段による加熱によって半導体薄膜が脱水素化処理されるようになる。

【0025】そして、このように脱水素化処理された半導体薄膜の部分に続いてレーザ照射手段からレーザ光を照射し、この半導体薄膜を結晶化させるようにしたため、従来のように半導体薄膜に対する脱水素化処理とレーザ光の照射による結晶化処理とを別々に行う必要がなく、多結晶半導体の製造が一連の操作で簡単に行えるようになる。

【0026】また、レーザ光の照射領域を所望の形状になるように加工するにあたって、ビームエクspanderによってレーザ光を線状に加工し、このように線状になったレーザ光を半導体薄膜に照射しながら走査させて、線状になったレーザ光により半導体薄膜を順次結晶化させるようにすると、数mm角の矩形状になったレーザ光をある程度重複するようにしてX方向及びY方向にラスタースキャンさせながら半導体薄膜に照射させて半導体薄膜を結晶化させる従来のものに比べて、レーザ光の走査が少なく済み、半導体薄膜の結晶化が容易に行えるようになる。また、レーザ光が重複して照射される部分も従来のものに比べて少なくなり、結晶化された半導体薄膜における結晶状態の不均一が減少し、特性のよい多結晶半導体が得られるようになる。

【0027】また、上記のようにレーザ光の照射に先立って、レーザ光の照射領域における半導体薄膜を前加熱手段により加熱し、このように前加熱された半導体薄膜にレーザ光を照射させた後、さらにレーザ光が照射された領域における半導体薄膜を後加熱手段によって後加熱させると、レーザ光が照射された領域における結晶の凝固速度が遅くなり、形成される結晶の粒径が大きくなって、キャリアの移動度等の特性がさらに優れた多結晶半

導体が得られるようになると共に、レーザ光が重複して照射される部分における結晶状態もより均一化され、特性のよい均一な多結晶半導体得られるようになる。

【0028】そして、画像表示デバイス用に形成した半導体薄膜を上記のごとく多結晶化するときには、画素部においては、そのスイッチングのための薄膜トランジスタのサイズを小さくすることが可能になり、画素の開口率を大幅に高めることができる。また、ドライバー部においては、高い電界効果移動度を得ることができるため、当該ドライバー部を画素部と一体的に形成することができ、画像表示デバイスの低コスト化とコンパクト化とが図れる。

【0029】

圧力 (Pa)	RFパワー (mW/cm <sup>2</sup> )	ガス流量 (SCCM)	基板温度 (℃)
6.65	10	SiH <sub>4</sub> ... 20	400

【0032】一方、上記のように形成された非晶質シリコン膜2に照射させるレーザ光として、この実施例においては、波長が約193nmのArFエキシマレーザを用いるようにした。

【0033】そして、このレーザ光を上記の非晶質シリコン膜2に照射させるにあたり、この実施例においては、このレーザ光の照射領域が所望の形状になるようにレーザ照射手段10によって加工させるようにし、図4の(A)に示すように、レーザ装置11から照射された上記のレーザ光をビームホモジナイザー12に導き、このビームホモジナイザー12によって上記のレーザ光の強度を均一化させた後、このレーザ光をビームエキスパンダ13に導き、このビームエキスパンダ13によって上記のレーザ光を一方に拡大させ、同図(B)に示すように、長手方向の長さが30~360mm、幅が0.1~3.0mmになったトップハットの形状が線状になったレーザ光を照射させるようにした。なお、照射させるビームの大きさは出射されるレーザ光の出力に依存し、例えば、出射されるレーザ光の出力が400mJ/cm<sup>2</sup>の場合には、照射させるビームの大きさを0.6mm×60mm或いは0.3mm×120mm等になるようにする。

【0034】また、上記のようにレーザ照射手段10から非晶質シリコン膜2にレーザ光を照射するのに先立って、レーザ光の照射領域における非晶質シリコン膜2を加熱する前加熱手段20として、この実施例においては、上記のレーザ光の照射領域に対応して非晶質シリコン膜2を線状に加熱するランプヒータ20を用いるようにした。

【0035】ここで、この実施例においては、図5及び図6に示すように、非晶質シリコン膜2が形成された絶

【実施例】以下、この発明の実施例を添付図面に基づいて具体的に説明する。

【0030】(実施例1) この実施例においては、図3に示すように、ガラス等の絶縁性基板1上に半導体薄膜2として、プラズマCVD法により下記の表1に示す条件で、膜厚が100~1000Åの非晶質シリコン膜2を形成した。ここで、このようにして形成した非晶質シリコン膜2には水素が約10atomic%含有されていた。なお、非晶質シリコン膜2を形成する方法は、特に上記のプラズマCVD法に限られず、熱CVD法、スパッタ法等によって形成するようにしてもよい。

【0031】

【表1】

縁性基板1に対して、上記のように線状になったレーザ光を照射するレーザ照射手段10を非晶質シリコン膜2が形成された面側に配する一方、上記の線状のランプヒータ20を非晶質シリコン膜2が形成された面の反対側において、上記の線状になったレーザ光と平行になるようにして、上記のレーザ照射手段10より走査方向下流側の位置に配した。

【0036】そして、この実施例においては、上記のように配されたレーザ照射手段10及びランプヒータ20を同方向に走査させ、先ず、上記のランプヒータ20によって絶縁性基板1に設けられた非晶質シリコン膜2を線状に加熱して脱水素化処理を順々に行うと共に、このように脱水素化処理された部分における非晶質シリコン膜2に上記のレーザ照射手段10から線状になったレーザ光を走査方向に少し重複させながら順々に照射させ、上記非晶質シリコン膜2を線状に順々に溶融させて結晶化させるようにした。

【0037】このようにすると、レーザ照射手段10とランプヒータ20を非晶質シリコン膜2に対して1方向に1回走査させるだけで、非晶質シリコン膜2が順々に脱水素化処理されると共に順々に結晶化されて多結晶シリコンが形成されるようになり、従来のように非晶質シリコン膜2に対する脱水素化処理を別個に行う必要がなくなり、また、矩形状になったレーザ光をある程度重複するようにしてX方向及びY方向にラスタースキャンさせながら非晶質シリコン膜2に照射させて結晶化させる従来のものに比べて、レーザ光の走査が少なく済み、非晶質シリコン膜2の結晶化が容易に行えと共に、レーザ光が重複して照射される部分も少なくなり、結晶化された多結晶シリコン膜における結晶状態の不均一が減少し、特性のよい多結晶シリコン膜が得られた。

【0038】ここで、この実施例のものにおいては、上記のようにランプヒータ20によって非晶質シリコン膜2を線状に加熱して脱水素化処理し、またこのように脱水素化処理された非晶質シリコン膜2の部分にレーザ光を照射させて結晶化させるにあたり、ランプヒータ20によって非晶質シリコン膜2の温度が400～600℃になるように加熱し、またこのように加熱されて脱水素化処理された非晶質シリコン膜2に対して、エネルギー密度が100～400mJ/cm<sup>2</sup>のレーザ光を照射させるようにした。

【0039】そして、上記のように非晶質シリコン膜2の温度が400～600℃になるように加熱すると、前記のように非晶質シリコン膜2中に約10atomic%含まれていた水素が約0.5atomic%以下になり、このように脱水素化処理された非晶質シリコン膜2にレーザ光を照射させて結晶化させると、膜荒れの少ない多結晶シリコン膜が得られた。

【0040】ここで、上記のように非晶質シリコン膜2を脱水素化処理して非晶質シリコン膜2中の水素を約0.5atomic%にしたものにレーザ光を照射させて結晶化させた場合に、その膜荒れが減少されることを明らかにするため、上記のように脱水素化処理した非晶質シリコン膜2と、脱水素化処理しなかった非晶質シリコン膜2に対して、それぞれエネルギー密度が100～400mJ/cm<sup>2</sup>のレーザ光を照射させて結晶化させ、結晶化された各膜における表面粗さ(Ra)を測定して各膜における膜荒れ状態を調べ、脱水素化処理したものにおける表面粗さの結果を□で、脱水素化処理しなかったものにおける表面粗さの結果を○で、図7に示した。この結果、非晶質シリコン膜2を脱水素化処理したものは脱水素化処理しなかったものに比べて膜荒れが少なくなっており、特に照射するレーザ光のエネルギー密度が高くなるに連れてその差が顕著になっていた。

【0041】なお、この実施例のものにおいては、非晶質シリコン膜2が形成された絶縁性基板1に対し、レーザ照射手段10を非晶質シリコン膜2が形成された面側に、ランプヒータ20を非晶質シリコン膜2が形成された面の反対側に配し、このレーザ照射手段10及びランプヒータ20を移動させて走査させるようにしたが、図8に示すように、ランプヒータ20をレーザ照射手段10と同様に非晶質シリコン膜2が設けられた面側に配し、また同図に示すように、非晶質シリコン膜2が設けられた絶縁性基板1の方を移動させて、レーザ照射手段10とランプヒータ20とを非晶質シリコン膜2に対して走査させるようにしてもよい。

【0042】（実施例2）この実施例のものにおいても、図9に示すように、上記実施例1の場合と同様に、非晶質シリコン膜2が形成された絶縁性基板1に対して、レーザ照射手段10とランプヒータ20とを配し、このレーザ照射手段10とランプヒータ20とを移動さ

せて走査させるようにしている。

【0043】そして、この実施例のものにおいては、上記のレーザ照射手段10によってレーザ光が照射された領域における非晶質シリコン膜2を後加熱する後加熱手段30として、同図に示すように、前記の前加熱手段20と同様に、線状で非晶質シリコン膜2を加熱するランプヒータ30を用い、このランプヒータ30を非晶質シリコン膜2が形成された面の反対側において、上記の線状になったレーザ光と平行になるようにして、上記のレーザ照射手段10よりその走査方向上流側の位置に配した。

【0044】そして、この実施例のものにおいては、上記のように配されたレーザ照射手段10及び各ランプヒータ20、30をそれぞれ同方向に走査させ、先ず、前加熱手段20として用いたランプヒータ20によって絶縁性基板1に設けられた非晶質シリコン膜2を線状に加熱して脱水素化処理を順々に行うと共に、このように脱水素化処理された部分における非晶質シリコン膜2に、レーザ照射手段10から線状になったレーザ光を走査方向に少し重複させながら順々に照射して上記非晶質シリコン膜2を線状に順々に溶解させ、さらにこのようにレーザ光が照射された部分を、後加熱手段30として用いたランプヒータ30により温度が200～600℃になるようにして線状に後加熱し、上記のように溶解された領域における結晶の凝固速度を遅くして、徐々に結晶化させるようにした。

【0045】このようにレーザ光が照射された部分を後加熱して結晶の凝固速度を遅くし、徐々に結晶化させるようにすると、上記実施例1の場合に加えて、形成される結晶の粒径が大きくなり、キャリアの移動度等の特性がさらに優れた多結晶シリコン膜が得られると共に、レーザ光が重複照射された部分における結晶状態の不均一も是正され、上記のようにキャリアの移動度等の特性に優れると共に均一な特性になった多結晶シリコン膜が得られた。

【0046】ここで、上記のようにレーザ光が照射された部分を後加熱した場合と、後加熱しなかった場合とにおいて、得られた多結晶シリコン膜についてそれぞれレーザ光が重複して照射された部分における結晶状態を調べるため、公知のラマン分光法により半値幅[cm<sup>-1</sup>]を測定し、後加熱した場合における結果を○で、後加熱しなかった場合における結果を□で、図10に示した。この結果、後加熱した場合には、後加熱しなかった場合に比べて、上記の半値幅が小さくなっていると共に、この半値幅の変動も少なくなっており、均一な結晶状態になった多結晶シリコン膜が得られた。

【0047】また、上記のようにレーザ光が照射された部分を後加熱して結晶化させた多結晶シリコン膜と、後加熱せずに結晶化させた多結晶シリコン膜とを用いた各薄膜トランジスタにおいて、レーザ光が重複して照射さ



れた部分における電界効果移動度を測定し、後加熱した多結晶シリコン膜を用いた場合における結果を○で、後加熱しなかった多結晶シリコン膜を用いた場合における結果を□で、図 1 1 に示した。この結果、後加熱した多結晶シリコン膜を用いたものは、後加熱しなかった多結晶シリコン膜を用いたものに比べて、電界効果移動度の変動が少なくなっており、均一な特性をもつ多結晶シリコン膜が得られた。

【0048】このように、レーザー照射に続いて、後加熱処理を行い、結晶粒径を大きくする場合は、後加熱用のヒーターの位置は、基板裏面側のレーザー照射位置の真下もしくは、できるだけ直後が望ましい。また、加熱温度については、ガラス基板に影響を与えない程度とする。具体的には、後加熱によって非晶質シリコン膜と基板との界面の温度が 1 0 0 °C から 4 5 0 °C 程度となるのが望ましく、そうなるようにヒーターの温度を調整する。このような温度であれば、レーザー照射によって熔融したシリコンが凝固する際、速度を低減することができ、得られる結晶粒径を大きくすることができる。この多結晶膜を用いることで、後加熱なしの場合と比較して、高速の TFT 回路を形成することができる。

【0049】なお、上記の各実施例においては、結晶化させる半導体薄膜 2 に非晶質シリコンで形成されたものを用いたが、その他の非晶質半導体で構成されたものや、微結晶或は特性の悪い多結晶半導体で構成されたものを用いることも可能であり、また照射させるレーザー光の種類や照射条件等を変更させることも可能である。

【0050】更に、半導体薄膜 2 に照射させるレーザー光の強度をさらに均一化させるために、図 1 2 に示すように、上記のビームエキスパンダ 1 3 の次に、上記のレーザー光より長さ及び幅が小さい直線状になったスリット 1 4 a が形成されたマスク 1 4 を設け、このスリット 1 4 a を通して上記のように拡大されたレーザー光の周辺部を除去させるようにしたり、スリット 1 4 a を通過したレーザー光を結像レンズ 1 5 により結像させて半導体薄膜 2 に照射させるようにすることも可能である。

【0051】図 1 3 は、TFT (Thin Film Transistor) の構造を示した断面図であって、同図 (a) は LDD (Lightly Doped Drain) 構造の TFT を、同図 (b) はセルフアライン構造の TFT を、それぞれ示している。

【0052】同図 (a) に示した LDD 構造の TFT を簡単に説明する。基板 1 0 1 上には下地絶縁膜 1 0 2 が形成され、この下地絶縁膜 1 0 2 上には、アイランド状に多結晶半導体薄膜 1 0 3 が形成される。この多結晶半導体薄膜 1 0 3 は、出発膜である非晶質半導体膜を、前述した本発明の方法によって多結晶化することにより得ることができる。多結晶半導体膜 1 0 3 上には、ゲート絶縁膜 1 0 4 を介してゲート電極 1 0 5 が形成される。ゲート電極 1 0 5 の下方に位置する前記多結晶半導体膜

1 0 3 はチャンネル領域となる。そして、このチャンネル領域の両側には、それぞれ  $n^-$  型の低ドープ領域を介して、 $n^+$  型のソース領域とドレイン領域とが形成される。ソース領域とドレイン領域には、コンタクトホールを通じて電極 1 0 6、1 0 6 がそれぞれ接続される。

【0053】同図 (b) に示したセルフアライン構造の TFT を簡単に説明する。基板 1 0 1 上には下地絶縁膜 1 0 2 が形成され、この下地絶縁膜 1 0 2 上には、アイランド状に多結晶半導体薄膜 1 0 3 が形成される。この多結晶半導体薄膜 1 0 3 は、出発膜である非晶質半導体膜を、前述した本発明の方法によって多結晶化することにより得ることができる。多結晶半導体膜 1 0 3 上には、ゲート絶縁膜 1 0 4 を介してゲート電極 1 0 5 が形成される。ゲート電極 1 0 5 の下方に位置する前記多結晶半導体膜 1 0 3 はチャンネル領域となる。このチャンネル領域は、ゲート電極 1 0 5 をマスクとして不純物をドーピングすることにより得られる。そして、前記ゲート電極をマスクとした不純物ドーピングにより、前記チャンネル領域の両側には、前記 LDD 構造とは異なり、 $n^-$  型の低ドープ領域を介さずに  $n^+$  型のソース領域とドレイン領域とがセルフアラインで形成される。ソース領域とドレイン領域には、コンタクトホールを通じて電極 1 0 6、1 0 6 がそれぞれ接続される。

【0054】ところで、アクティブマトリクス液晶パネルは、図 1 4 に示すように、画素部 2 0 1 とドライバー部 2 0 2 とを備えて成り、これら两部分にそれぞれ TFT を用いることができるが、画素部 2 0 1 に用いるスイッチング用の TFT 2 0 1 a …としては、オフ電流を低減するために、図 1 3 (a) に示した LDD 構造が好適であり、一方、ドライバー部 2 0 2 に用いる TFT としては、オフ電流に対する制限が少なく、むしろ電圧破壊防止を図る観点から、同図 (b) に示したセルフアライン構造が好適である。

【0055】前記画素部 2 0 1 を構成することになる半導体膜及びドライバー部 2 0 2 を構成することになる半導体膜の両方を、本発明の方法を用いて、高品質且つ均一な多結晶半導体膜とすることにより、以下のような利点を得られる。即ち、画素部 2 0 1 においては、TFT サイズを小さくすることが可能になり、画素の開口率を大幅に高めることができる。また、ドライバー部 2 0 2 においては、高い電界効果移動度を得ることができるため、当該ドライバー部 2 0 2 を画素部 2 0 1 と一体的に形成することができ、液晶パネルの低コスト化とコンパクト化とが図れる。別言すれば、画素部 2 0 1 においては、書き込み電流の均一化のためにチャンネルの多結晶半導体の結晶性の均一化が要求され、ドライバー部 2 0 2 においては、高速回路を実現するために結晶性の均一化が要求されることになるが、本発明の方法により、これらの要求を全て満たすことが可能となる。

【0056】一方、多結晶化の必要性は画素部 2 0 1 よ

りもドライバ部 202 のほうで大きく、画素部 201 を構成することになる半導体膜は非晶質半導体膜のままとし、ドライバ部 202 のみに本発明の方法を用いた多結晶半導体膜を用いるようにしてもよい。この場合には、ドライバ部 202 において、前記利点を得られるとともに、画素部 201 が形成されることになる半導体膜にレーザーを照射するエネルギーと時間を節約することができる。特に、シード状のレーザー光を用いる場合には、極めて短時間にドライバ部 202 のみを選択的に多結晶化させることができる。

【0057】尚、本実施例においては、液晶パネルについて説明したが、プラズマディスプレイ或いは EL 等の他の画像表示デバイスの駆動素子に、本発明の方法で製造した多結晶半導体を用いることもできる。

【0058】

【発明の効果】以上詳述したように、この発明においては、半導体薄膜にレーザー光を照射し、半導体薄膜を結晶化させて多結晶半導体を製造するにあたり、このレーザー光の照射に先立って、レーザー光の照射領域における半導体薄膜を前加熱手段により加熱させ、これによりレーザー光の照射領域における半導体薄膜を脱水素化処理し、このように脱水素化処理された半導体薄膜の部分に続いてレーザー照射手段からレーザー光を照射し、この半導体薄膜を結晶化させるようにしたため、従来のように半導体薄膜に対する脱水素化処理とレーザー光の照射による結晶化処理とを別々に行う必要がなく、半導体薄膜に対する脱水素化処理と結晶化処理とが一連の操作で行えるようになり、多結晶半導体を効率よく簡単に製造できるようになった。

【0059】また、この発明において、半導体薄膜に照射させるレーザー光の照射領域を所望の形状になるように加工するにあたり、レーザー光をビームエキスパンダーによって線状に加工し、このように線状になったレーザー光を半導体薄膜に照射しながら走査させて、線状になったレーザー光により半導体薄膜を順次結晶化させるようにすると、矩形状になったレーザー光をある程度重複するようにして X 方向及び Y 方向にラスタースキャンさせながら半導体薄膜に照射させて半導体薄膜を結晶化させる従来のものに比べて、レーザー光の走査が少なく済み、多結晶半導体の製造がより効率よく簡単にできるようになると共に、レーザー光が重複して照射される部分も従来のものに比べて少なくなり、結晶化された半導体薄膜における結晶状態の不均一が減少し、ある程度均一で特性のよい多結晶半導体を得られるようになった。

【0060】また、上記のようにレーザー光の照射に先立って、レーザー光の照射領域における半導体薄膜を前加熱手段により加熱し、このように前加熱された半導体薄膜にレーザー光を照射させた後、さらにレーザー光が照射された領域における半導体薄膜を後加熱手段によって後加熱させると、レーザー光が照射された領域における結晶の凝

固速度が遅くなり、形成される結晶の粒径が大きくなって、キャリアの移動度等の特性がさらに優れた多結晶半導体を得られると共に、レーザー光が重複して照射される部分における結晶状態もより均一化され、より特性のよい均一な多結晶半導体を得られるようになった。

【0061】そして、画像表示デバイス用に形成した半導体薄膜を上記のごとく多結晶化するときには、画素部においては、そのスイッチングのための薄膜トランジスタのサイズを小さくすることが可能になり、画素の開口率を大幅に高めることができる。また、ドライバ部においては、高い電界効果移動度を得ることができるため、当該ドライバ部を画素部と一体的に形成することができ、画像表示デバイスの低コスト化とコンパクト化とが図れる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】基板上に形成された非晶質の半導体薄膜に対してレーザー光を照射させて多結晶半導体を製造する従来例の概略側面図である。

【図 2】矩形状のレーザー光をある程度重複させながら X 方向及び Y 方向にラスタースキャンさせて非晶質の半導体薄膜に照射し、非晶質の半導体薄膜を結晶化させて多結晶半導体を製造する従来例の概略平面図である。

【図 3】この発明の実施例において、絶縁性基板上に非晶質シリコン膜を形成した状態を示した概略側面図である。

【図 4】この発明の実施例において、直線状になったレーザー光を照射させるのに使用したレーザー照射手段及びこのレーザー照射手段から照射されるレーザー光の平面形状を示した図である。

【図 5】この発明の実施例 1 において、絶縁性基板上に形成された非晶質シリコン膜の面側にレーザー照射手段を配する一方、反対の面側に前加熱手段としてランプヒータを配した状態を示した概略側面図である。

【図 6】この発明の実施例 1 において、レーザー照射手段とランプヒータとを走査させて絶縁性基板上に形成された非晶質シリコン膜を脱水素化処理すると共に結晶化させて多結晶半導体を製造する状態を示した概略図である。

【図 7】この発明の実施例 1 において、絶縁性基板上に形成された非晶質シリコン膜を脱水素化処理した場合と脱水素化処理しなかった場合とで形成された多結晶シリコン膜の表面がどのように変化するかを示した説明図である。

【図 8】この発明の実施例 1 において、ランプヒータとレーザー照射手段と同じ非晶質シリコン膜の面側に設けると共に、非晶質シリコン膜が形成された絶縁性基板を移動させてレーザー照射手段とランプヒータを走査させる変更例を示した図である。

【図 9】この発明の実施例 2 において、レーザー照射手段と前加熱手段としてのランプヒータの他に、後加熱手段

15

としてランプヒータを設け、レーザ照射手段と各ランプヒータを走査させて多結晶半導体を製造する状態を示した概略図である。

【図 1 0】この発明の実施例 2 において、ランプヒータにより後加熱した場合の多結晶シリコン膜と後加熱しなかった場合の多結晶シリコン膜とにおいて、レーザ光が重複して照射された部分における結晶状態の差を示した図である。

【図 1 1】この発明の実施例 2 において、ランプヒータにより後加熱した多結晶シリコン膜を用いた薄膜トランジスタと、後加熱しなかった多結晶シリコン膜を用いた薄膜トランジスタとにおいて、レーザ光が重複して照射された部分における電界効果移動度の差を示した図である。

【図 1 2】この発明の実施例において、直線状になった

16

レーザ光を照射させるのに使用するレーザ照射手段の変更例を示した図である。

【図 1 3】同図 (a) は L D D 構造の T F T を示した縦断側面図であり、同図 (b) はセルフアライン構造の T F T を示した縦断側面図である。

【図 1 4】アクティブマトリクス液晶パネルの構造説明図である。

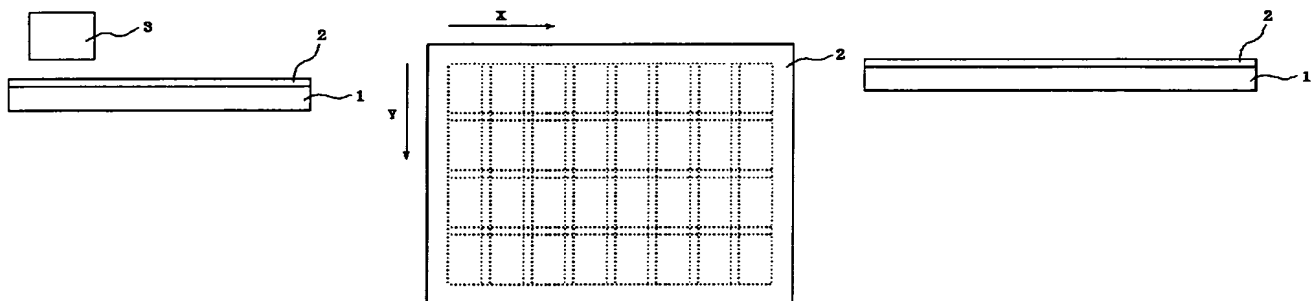
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 半導体薄膜 (非晶質シリコン膜)
- 1 0 レーザ照射手段
- 1 1 レーザ装置
- 1 3 ビームエキスパンダー
- 2 0 前加熱手段 (ランプヒータ)
- 3 0 後加熱手段 (ランプヒータ)

【図 1】

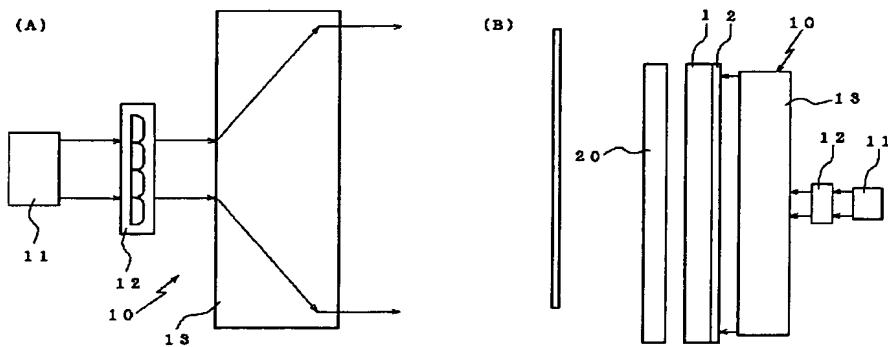
【図 2】

【図 3】



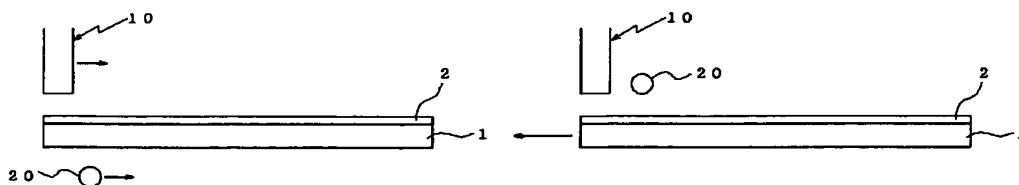
【図 4】

【図 5】

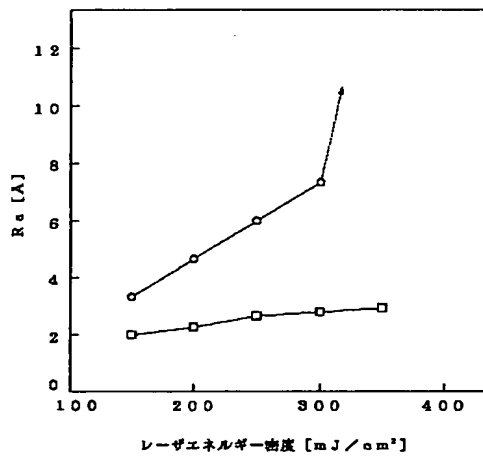


【図 6】

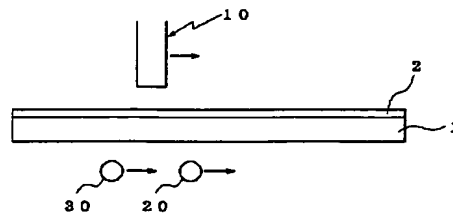
【図 8】



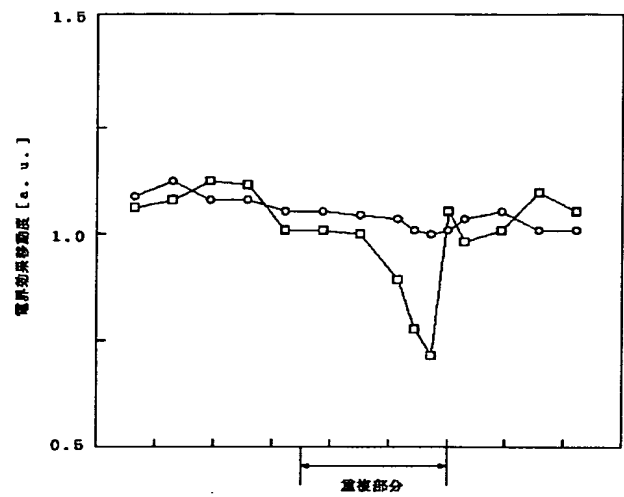
【図 7】



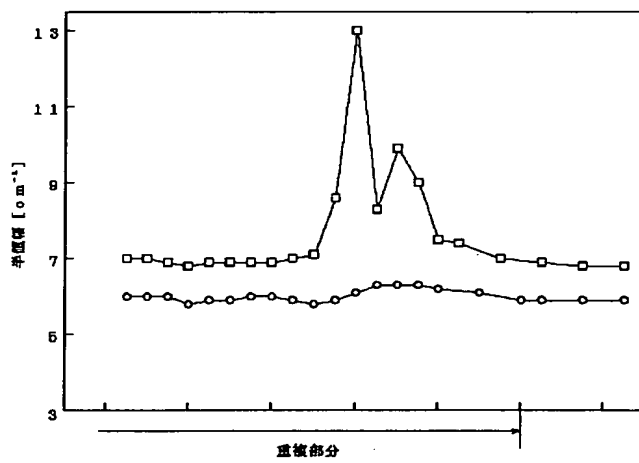
【図 9】



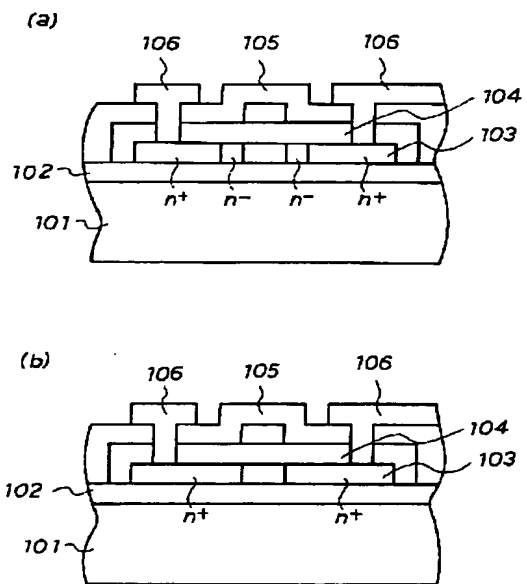
【図 11】



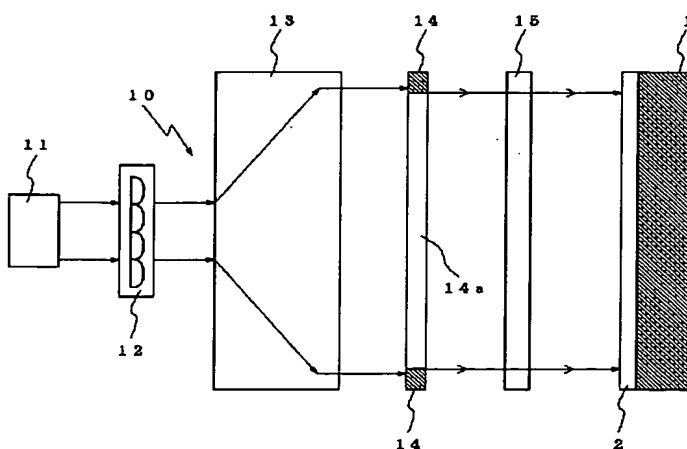
【図 10】



【図 13】



【図 12】



【図 1 4】

